

**Erasable optical disc memory system - has photo-refractive memory layer sandwiched between transparent layers and with information storage provided by creation of holographic patterns**

BEST AVAILABLE COPY

Patent Number: DE4208328  
Publication date: 1993-09-23  
Inventor(s): ENDRES BERNHARD DR (DE)  
Applicant(s): ROEHM GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4208328  
Application Number: DE19924208328 19920316  
Priority Number(s): DE19924208328 19920316  
IPC Classification: G11B7/00  
EC Classification: G11B7/00H, G11B7/00M2, G11B7/00M4  
Equivalents:

**Abstract**

The digital memory system uses information storage in a photo-refractive material (2) in which the information bits are retained as holographic patterns. The memory system is reversible and the information can be read using compact disc technology. The information may also be erased from the disc. The photo-refractive layer is located between two plain parallel substrates (1) that are transparent and are 10 to 2000 microns thick. Glass or transparent plastic may be used for the substrates. A reflective layer (3) can be located behind the refractive layer. The photo-refractive layer is of a liquid crystal poly-matrix in which the holographic forms are produced using a laser.

USE/ADVANTAGE - Allows stored information to be erased. Stored information can, with suitable arrangement of the storing medium, be read by any existing CD player.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 08 328 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
G 11 B 7/00

③ Aktenzeichen: P 42 08 328.1  
④ Anmeldetag: 16. 3. 92  
⑥ Offenlegungstag: 23. 9. 93

DE 42 08 328 A 1

⑦ Anmelder:  
Röhm GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑧ Erfinder:  
Endres, Bernhard, Dr., 6100 Darmstadt, DE

⑤ Verfahren zur löschbaren Speicherung von Information

⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur löschbaren Speicherung von Information mittels digitaler Speichersysteme, wobei in das photorefraktive Speichermedium Informationsbits als holographisch eingeschriebene Gitter eingebracht werden. Die mit einem Schreib-Lese-Löschgerät, mit dem die Informationsbits eingeschrieben werden, gelesen und einzeln gelöscht werden können, gespeicherte Information kann bei geeigneter Anordnung des Speichermediums mit jedem Compact-Disk-Abspielgerät des Standes der Technik gelesen werden.

DE 42 08 328 A 1

## Beschreibung

## Gegenstand der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur löschbaren Speicherung von Information mittels digitaler Speichersysteme, mit der Maßgabe, daß in ein photorefraktives Speichermedium Informationsbits als holographisch eingeschriebene Gitter eingebracht werden, daß der Speichervorgang reversibel ist und daß die gespeicherte digitale Information mit Abspielgeräten der Compact-Disk-Technologie des Standes der Technik abgerufen werden kann.

## Stand der Technik

Die digitale Speicherung kleinster Informationseinheiten (BIT) ist u. a. mit flüssigkristallinen Polymeren (LCP) möglich. Derartige LCP-Trägersysteme sind beispielsweise in EP-PS 23 11 856 (= US 48 36 718) beschrieben, in der ein Verfahren zur reversiblen optischen Datenspeicherung unter Verwendung von LCPs beansprucht wird. Hierbei wird mittels linear polarisiertem Laserlicht über einen optisch nichtlinearen Effekt aufgrund der positiven Orientierung der mesogenen Gruppen in einem Film Information in Form eines optisch anisotropen Phasenobjekts eingespeichert. EP-OS 2 31 858 (= US 48 96 292) beschreibt eine Vorrichtung zur reversiblen optischen Datenspeicherung unter Verwendung von LCPs mit mesogenen Seitenketten als Speichermedium, eingerichtet zum Einspeichern von Information mittels selektiver Variation der Ordnung der LCPs mittels einer Wärmequelle. Hierbei wird der makroskopisch orientierte LCP-Film zur Einspeicherung der Information mit einer Wärmequelle selektiv lokal in den isotropen flüssigen Zustand aufgezogen, und nach Abschalten der Wärmequelle wird die örtliche Information im Glaszustand des Polymeren fixiert.

Die in DE-OS 36 23 395 (= US 50 24 784) dargelegte Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur reversiblen optischen Informationsspeicherung mit einem LCP-Speichermedium, wobei das Speichermedium aus einem makroskopisch orientierten Film eines flüssigkristallinen Polymeren, welches photochrome Gruppen enthält, besteht und wobei die Informationsspeicherung durch lokale Desorientierung der Moleküle, induziert durch Photoisomerisierung mittels einer selektiv wirkenden Lichtquelle, erfolgt.

DE-OS 38 10 722 (= US 50 23 859) beschreibt wiederum eine Vorrichtung zur reversiblen optischen Informationsspeicherung unter Verwendung von Polymeren als Speichermedium, wobei hier die Vorrichtung einen Film aus einem amorphen Polymeren als Speichermedium enthält und so ausgerichtet ist, um mittels einer lokalen Variation der Molekülordnung die Information einzuspeichern.

Ein schwerwiegendes Hindernis, das der praktischen Einführung von LCP-Informationsträger-Systemen im Wege steht ist die bisher nicht vorhandene Kompatibilität mit den marktgängigen Abspiel- und Aufnahmegeräten, insbesondere der Compact Disk (CD)-Technologie. Soweit sich die — allerdings in stetiger Entwicklung begriffene — Szene überblicken läßt, stehen derzeit keine rückwärtsintegrierbaren, löschbaren optischen Speicher zur Verfügung. Allem Anschein nach bieten auch die bis dato entwickelten magnetooptischen Speichersysteme diese Rückwärtsintegration nicht.

## Aufgabe und Lösung

Es bestand somit die Aufgabe, löschbare digitale Speichersysteme zur Verfügung zu stellen, die mit der bestehenden CD-Technologie kompatibel sind.

Die so definierte Aufgabe kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Speicherverfahrens gelöst werden. Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur löschbaren Speicherung von Information mittels eines digitalen Speichersystems, wobei in ein Speichermedium Informationsbits als holographisch eingeschriebene Gitter eingebracht werden. Die mit dem speziell hierfür entwickelten Schreib-Lesegerät, mit dem beschrieben, gelesen und gelöscht werden kann, geschriebene Information kann mit jedem beliebigen CD-Abspielgerät gelesen werden.

Das Speichermedium, das eine Sandwich-Struktur aufweist, besteht aus einem Trägermaterial (Fig. 1, 1) und einem photorefraktiven Material (Fig. 1, 2). In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung (Fig. 2) kann sich einseitig zwischen Trägermaterial (1) und photorefraktiver Schicht (2) eine reflektierende Schicht (3) befinden.

Der Schreib-/Lösch-Zyklus besteht darin, ein holographisches Gitter in die photorefraktive Schicht (2) einzuschreiben oder ein schon eingeschriebenes Gitter zu löschen.

Im Fall des Speichermediums A (Fig. 1) wird der einfallende Lesestrah (5) bei "gesetztem" Bit von dem in der photorefraktiven Schicht (2) befindlichen Reflexionsgitter (4) reflektiert, und bei "nicht gesetztem" Bit durchdringt der Lesestrah die photorefraktive Schicht (2) (Fig. 3). Beim Speichermedium B (Fig. 2) wird der einfallende Lesestrah (5) bei "gesetztem" Bit durch das Gitter (4) in der photorefraktiven Schicht (2) weggebeugt und bei "nicht gesetztem" Bit von der reflektierenden Schicht (3) zurückreflektiert (Fig. 4). Diese Speichermethode ist kompatibel zur bestehenden CD-Technologie, da die Beugungswirkungsgrade der Reflexionsgitter (4) den "Bit an" — bzw. "Bit aus" — Signalpegel der CD-Technologie erreichen.

## Durchführung der Erfindung

## Die photorefraktive Schicht

Die erfindungsgemäß für die photorefraktive Schicht (2) verwendbaren Polymeren können eine flüssigkristal-

line oder eine amorphe Struktur aufweisen. Die Polymerketten bestehen partiell oder vollständig aus geeigneten photosensitiven Molekülbausteinen.

Verwendung finden beispielsweise makroskopisch orientierte Filme aus flüssigkristallinen Polymeren, welche photochrome Gruppen enthalten wie in DE-OS 36 23 395 (= US 50 24 784) beschrieben. Das Einschreiben des holographischen Gitters erfolgt durch lokale Desorientierung der Moleküle, induziert durch eine Photoisomerisierung der photochromen Gruppen mittels einer selektiv wirkenden Lichtquelle. Diese Polymersysteme werden im folgenden mit  $S_1$  bezeichnet. Die Stärke der photorefraktiven Schicht liegt vorteilhaft zwischen 2 und 1000  $\mu\text{m}$ .

Im Speichermedium befinden sich vorteilhafterweise Farbstoffe als photochrome Gruppen. Die Farbstoffmoleküle können dabei kovalent gebundene Bestandteile des flüssigkristallinen Polymeren sein oder sie können dem Speichermedium beigemischt und darin verteilt sein. Die Glasübergangstemperatur  $T_g$  des flüssigkristallinen Polymeren liegt über der Raumtemperatur. Die Bestimmung der Glasübergangstemperatur  $T_g$  kann nach A. Turi "Thermal Characterization of Polymeric Materials", Seiten 169 ff, Academic Press, New York 1981 vorgenommen werden. Das Auslesen der Information kann durch Ausleuchten des Polymerfilms mit monochromatischem kohärentem Licht erfolgen. Zur Einspeicherung der Information sind verschiedene Orientierungsmöglichkeiten des flüssigkristallinen Polymerfilms möglich:

a) Die mesogenen Gruppen werden parallel zur Flächennormalen der polymeren Filmschicht (= photorefraktiven Schicht (2)) einheitlich ausgerichtet. Dies kann durch Anlegen eines elektrischen Wechselfeldes an das mit (transparenten) Elektroden beschichtete Substratmaterial (1), wobei das elektrische Feld parallel zur Normalen der photorefraktiven Schicht liegt, durch Anlegen eines Magnetfeldes oder durch Oberflächenbehandlung geschehen.

b) Die mesogenen Gruppen werden parallel zur photorefraktiven Schicht gekippt und parallel zu einer makroskopischen vorgegebenen Richtung orientiert. Dies kann entweder durch Beschichtung des Substratmaterials (1) mittels eines geeigneten Materials wie Polyimid und durch Strukturieren dieser Beschichtung in Richtung der gewünschten Vorzugsorientierung oder durch geeignete Schrägbedampfung der Substrate mit Siliciumdioxid geschehen. Ebenso kann die erforderliche Orientierung durch geeignetes Scheren oder Verstrecken erzeugt werden.

In beiden Fällen a) und b) erfolgt die Orientierung im flüssigkristallinen Zustand. Die Orientierung wird durch Abkühlen in den Glaszustand eingefroren. Die Löschung der Information erfolgt durch Aufheizen der Probe in den anisotropen oder isotropen Bereich oberhalb der Glasübergangstemperatur  $T_g$ .

Desweiteren finden beispielsweise Filme aus amorphen Polymeren Verwendung, in denen durch eine lokale Variation der Molekülordnung unter Anwendung polarisierten Lichtes die Information eingespeichert wird, wie in DE-OS 38 10 722 (= US 50 23 859) beschrieben. Das Einschreiben der Information geschieht durch die Erzeugung einer lokalen geometrischen Störung am Ort der photochromen Gruppen mittels eines polarisierten Lichtstrahls, was zu einer Reorientierung der Umgebung dieser Gruppen führt. Die vorstehend genannten Polymersysteme werden im folgenden mit  $S_2$  bezeichnet. Die Stärke der aus  $S_2$  gebildeten photorefraktiven Schicht liegt vorteilhaft zwischen 2 und 1000  $\mu\text{m}$ . Die das — Speichermedium  $S_2$  aufbauenden Polymeren gehorchen im allgemeinen dem Prinzip, daß die Polymerketten partiell oder vollständig aus geeigneten photosensitiven Molekülbausteinen aufgebaut sind und amorph sind. Unter dem amorphen Zustand ist hierbei die Abwesenheit kristalliner Ordnung in maßgeblichen Anteilen insbesondere die Abwesenheit des flüssigkristallinen Zustands zu verstehen. Zur Definition des flüssigkristallinen Zustands vgl. Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd. Ed. Vol. 14, Seiten 395 bis 427, John Wiley and Sons, New York, 1981. Die photosensitiven Molekülbausteine können dabei kovalent gebundene Bestandteile des amorphen Polymeren sein oder können dem amorphen Polymeren beigemischt und darin verteilt sein.

Die Einspeicherung von Information in  $S_2$ -Systeme kann sowohl im zähelastischen Zustand als auch im Glaszustand durchgeführt werden.

Im Fall eines makroskopisch isotropen Ausgangszustands führt dies zu anisotropen Bereichen, die eine starke Doppelbrechung zeigen. Im Fall eines makroskopisch anisotropen Ausgangszustands führt dies zu Bereichen mit einer veränderten Vorzugsrichtung der Molekülgruppen und damit zu Veränderungen in der lokalen Doppelbrechung. In beiden Fällen resultiert ein Phasenobjekt. Nach Abschalten des Lichts friert der veränderte Orientierungszustand ein. Grundsätzlich kann das Löschen der eingespeicherten Information in  $S_2$ -Systemen durch Temperaturerhöhung über  $T_g$  bis über den Temperaturbereich des zähelastischen Zustands hinaus erfolgen.

Als photochrome Gruppen, die in den Systemen  $S_1$  und  $S_2$  eingesetzt werden, werden photosensitive Einheiten, ausgewählt aus der Gruppe Azobenzol, Bisazobenzol, Trisazobenzol, Azoxybenzol, Stilben, Spiropyran und/oder substituierten Derivaten der zuvor genannten Verbindungen, verwendet. Zum näheren molekularen Aufbau der photosensitiven Gruppen sei auf DE-OS 36 23 395 (= US 50 24 784) und auf DE-OS 38 10 722 (= US 50 23 859) verwiesen.

#### Das Substratmaterial

Die photorefraktive Schicht (2) wird im allgemeinen zwischen zwei planparallel angeordneten Substratschichten (1) angeordnet. Die transparente Substratschicht (1) ist entweder fest oder biegsam. Die Dicke der Substratschicht beträgt zwischen 10 und 2000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 50 und 1000  $\mu\text{m}$ .

Als Substratmaterialien finden vorzugsweise transparente Gläser oder transparente amorphe Kunststoffe, wie beispielsweise Polymethylmethacrylat (PMMA)-oder Polycarbonat, Anwendung. Hierbei weist das Sub-

stratmaterial in bevorzugter Form eine geringe Doppelbrechung auf.

### Die Speicherzelle

Wie in den Fig. 1 und 2 schematisch angedeutet, besteht die Speicherzelle aus zwei planparallel angeordneten, transparenten Platten aus Substratmaterial (1), zwischen den sich die photorefraktive Schicht (2) sowie gegebenenfalls zusätzlich eine reflektierende Schicht (3) befinden. Die reflektierende Schicht (3) wird auf dem Substratmaterial (1) durch Bedampfen mit Metallen oder Metalloxiden, beispielsweise durch Abscheidung aus einem Hochfrequenz-Plasma, oder durch Naßverspiegelung abgeschieden. Letztere wird beispielsweise für amorphe Kunststoffmaterialien, wie beispielsweise PMMA, in DE-OS 33 41 536 (= US 46 63 199) beschrieben.

Der Abstand der beiden planparallelen Substratplatten (1) liegt im allgemeinen unterhalb 1 mm, vorzugsweise bei etwa 10  $\mu$ m. Der gewünschte Abstand der beiden Substratplatten wird durch geeignete Abstandhalter der passenden Abmessung vorzugsweise aus Polyimid-Kunststoff, fest eingestellt. Die Substratplatten werden mit Hilfe eines temperaturstabilen Klebers, beispielsweise eines Siliconklebers, so aneinander fixiert, daß ein zellenartiger leerer Innenraum mit jeweils nur einem Einlaß und Auslaß von einigen mm Breite gebildet wird. Nach Antrocknen des Kleberstrahs zwischen Abstandhalter und Substratplatten wird die Speicherzelle auf einer heizbaren Einrichtung mit dem im isotropen Zustand befindlichen, flüssigkristallinen Polymeren oder mit dem in geschmolzenem Zustand befindlichen amorphen Polymeren gefüllt. Durch Kapillärwirkung bedingt füllt sich so der noch freie Zellenraum vollständig mit der Polymerschmelze. Der Vorteil dieses Vorgehens gegenüber der Verwendung einer noch teilweise offenen Zelle liegt u. a. darin, daß der Einschluß von Luftbläschen zuverlässig verhindert wird (vgl. hierzu DE-OS 36 23 395 = US 50 24 784).

Die Geometrie der Speicherzelle ist beliebig, vorzugsweise rund. Die Grundfläche beträgt in der Regel einige Quadratmillimeter bis einige Quadratdezimeter.

### Die Schreib-Lese-Gerätekombination

Vor dem Einschreibprozeß wird die Speicherzelle mit monochromatischem, polarisiertem Licht solange bestrahlt, bis die Farbstoffmoleküle eine Vorzugsausrichtung aufweisen. Dies geschieht bei einer runden Speicherzelle (6) als Analogon zu einer CD vorzugsweise durch einen radial angeordneten Belichtungsspalt (7) wie in Fig. 5 dargestellt. Weiterhin kann beispielsweise die Orientierung der mesogenen Gruppen und der Farbstoffmoleküle durch zusätzliche strukturierte Oberflächen, die beispielsweise in der herkömmlichen Display-Technologie zur Orientierung der flüssigkristallinen Phasen verwendet werden, bewirkt werden. Vorteilhaft hierbei ist, daß die Gesamtinformation der Speicherzelle durch Tempern gelöscht werden kann, ohne daß vor dem nächsten Schreibprozeß eine Belichtung der Speicherzelle nötig ist.

Nach der Belichtung weisen die Farbstoffmoleküle (8) eine radiale Vorzugsorientierung auf, die bei den LCP-Speichermedien besonders ausgeprägt ist (Fig. 6).

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Belichtung in einer Spur (9) wobei die vorzugsweise runde Speicherzelle rotiert (Fig. 7). Das Prinzip der Einspeicherung von Information in  $S_1$ - bzw.  $S_2$ -Systeme ist vorgehend beschrieben.

In Fig. 8 ist die Einschreibvorrichtung und der Einschreibprozeß schematisch dargestellt. Der linear polarisierte Laserstrahl (10) wird durch den Strahlteiler (11) in zwei zueinander kohärente Teilstrahlen aufgeteilt. Diese Teilstrahlen werden durch Fokussiereinheiten (13) gebündelt und unter einem Winkel von 180 Grad überlagert. Das auf diese Weise erzeugte Interferenzgitter (14) wird in die Speicherschicht durch Umorientierung der photochromen Gruppen in der photorefraktiven Schicht und der damit verbundenen Änderung des Brechungsindex eingeschrieben. Über die Shutter (12) können die Teilstrahlen in Pulsen, deren Intensität von der Laserleistung abhängt und deren Dauer im Bereich zwischen Nano- und Millisekunden liegt, auf die Speicherschicht einwirken. Damit wird ein schnelles Einschreiben digitaler Information möglich.

Den Leseprozeß, der in Fig. 9 dargestellt ist, wird mit einem Teilstrahl verminderter Ausgangsintensität des Lasers (10) durchgeführt. Die durch das eingeschriebene Gitter (14) oder durch eine reflektierende Schicht (vgl. hierzu Fig. 4) rückgestreute Lichtintensität wird durch die Photodiode (15) nachgewiesen und als "gesetztes" Informationsbit erkannt.

Bei fehlendem Gitter und nicht vorhandener reflektierender Schicht wird kein Informationsbit erkannt.

In Fig. 10 ist schematisch der Löscho prozeß dargestellt. Einzelne Informationsbits können selektiv durch das Löschen der einzelnen Bit-Gitter (14) aus dem Speichermedium entfernt werden. In diesem Falle wird die Schwingungsrichtung des linear polarisierten Laserstrahls (10) durch eine Kerr-Zelle (16) gedreht. Der Strahl wird dann auf das betreffende Bit-Gitter (14) fokussiert (13) und löscht das Gitter durch Umorientierung aller Farbstoffmoleküle im belichteten Bereich.

Einen Gesamtüberblick über die erfindungsgemäße Schreib-Lese-Lösch-Kombination gibt Fig. 11. Sie ist aufgebaut aus einem Laser (1) der linear polarisiertes Licht emittiert, hierfür wird vorzugsweise ein holographiegeeigneter Dauerstrichlaser, wie beispielsweise von H. Marwitz et al. in "Praxis der Holographie" (Seite 53 ff, Expert Verlag-Ehningen bei Böblingen 1990) beschrieben, eingesetzt. Über den Strahlteiler (11) wird der Laser in zwei kohärente Teilstrahlen aufgeteilt, wobei vorzugsweise dielektrisch beschichtete Strahlteiler, wie beispielsweise von J. Collier et al. in "Optical Holography" (Seite 167 ff, Academic Press, INC., London 1971) beschrieben, Anwendung finden. Die Shutter (12) trennen die Teilstrahlen in Strahlenpulse auf, deren Intensität von der Laserleistung abhängt und deren Dauer im Bereich zwischen Nano- und Millisekunden liegt. Als Shutterelemente werden vorzugsweise Kerr-Zellen, wie beispielsweise in Bergmann, Schäfer "Lehrbuch der Experimentalphysik" (Seite 624 ff, W. de Gruyter-Verlag, Berlin, New York, 1987) beschrieben, verwendet. Über monomodale Lichtwellenleiter (17) werden die Laser-Teilstrahlenpulse über die beiden Fokussiereinheiten (13)

in die Speicherschicht geleitet und erzeugen dort durch die Umorientierung der photochromen Gruppen in der photorefraktiven Schicht das Interferenzgitter (14). Für die Lichtwellenleiter (17) werden vorzugsweise Monomode-Lichtwellenleiter, wie sie beispielsweise von H. Marwitz et al. in "Praxis der Holographie" (Seite 37 ff, Expert Verlag, Ehningen bei Böblingen 1990) beschrieben werden, eingesetzt. Die Fokussiereinheiten (4) bestehen bevorzugt aus Indexgradienten-Linsen, deren Apertur an die Apertur des verwendeten Lichtwellenleiters angepaßt sein sollte (H. Marwitz, loc. cit. Seite 37).

Die beim Leseprozess durch das eingeschriebene Gitter (14) oder durch die reflektierende Schicht (Fig. 4) durch rückgestreute Lichtintensität wird durch die Photodiode (15) nachgewiesen. Hierbei finden Photodioden, die die Wellenlänge des Laserlichts bevorzugt empfindlich nachweisen können, Verwendung.

Die beim Löschprozeß (Fig. 10) erforderliche Drehung der Schwingungsrichtung des linear polarisierten Laserlichts wird durch eine Kerr-Zelle (16) bewirkt, wobei hier dieselben Zellen, wie sie auch für die Shüttärelemente (12) beschrieben werden, zum Einsatz kommen können.

#### Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

Eine mit der erfindungsgemäßen Schreib-Lese-Lösch-Gerätekombination beschriebene Platte mit photorefraktiver Schicht kann in einem herkömmlichen CD-Abspielgerät des Standes der Technik abgespielt werden, da bei diesem Gerät die Information ebenfalls über die Intensität des rückreflektierten Lichts ausgelesen wird. Bei der Verwendung von LCPs, deren Brechungsindex abhängig von der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichts ist, ist hierbei zu berücksichtigen, daß die handelsüblichen CD-Abspielgeräte unpolarisierte Laser als Lichtquellen besitzen. Die Beugungseffizienz der Interferenzgitter (14, Fig. 7) muß in diesen Fällen entsprechend höher sein, da nur die Anteile des Lichts mit einer bestimmten Polarisationsrichtung vom Gitter reflektiert werden. Einzeln Informationsbits können selektiv durch das Löschen der einzelnen Interferenzgitter aus dem Speichermedium entfernt werden. Im Falle der LCPs wird die Schwingungsrichtung des linear polarisierten Strahls durch die Kerr-Zelle (16) gedreht, wobei der Strahl auf das betreffende Interferenzgitter (14) fokussiert wird und das Gitter durch Umorientierung der Farbstoffmoleküle in der photorefraktiven Speichermatrix löscht. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Informationsspeicherung mit dem hierfür entwickelten Schreib-Lese-Lösch-Gerät ist mit der CD-Technologie des Standes der Technik kompatibel und damit betreffend die gespeicherte Information rückwärtsintegrierbar.

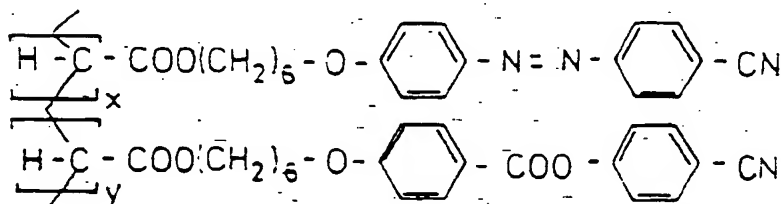
Die nachfolgenden Beispiele dienen zur Erläuterung der Erfindung.

#### Beispiele

##### Beispiel 1

##### Präparation der flüssigkristallinen Speicherschicht

Als organischer, polymerer Träger T dient ein Farbstoff-Flüssig-Kristall-Copolymer mit 70 Gew.-% Anteil eines Azobenzolcomonomeren der folgenden schematischen Formel:



$$x = 0,7; y = 0,3$$

$$\text{Mw.} = 7200; U (\text{Uneinheitlichkeit}) = 0,38$$

$$\text{Tg} = 27 \text{ Grad C. } (\lambda_{\text{max}} = 360 \text{ nm})$$

$$\text{Tni} = 127 \text{ Grad C.}$$

Die Präparation nach dem Spin- bzw. Ziehverfahren erfolgt in dünner Schicht auf vororientierten Objektträgern (Glas mit einer Polyimidschicht). Nach dem Beschichten wird kurz über Tni (127 Grad C) aufgeheizt und langsam (1 – 10 min) auf 100 Grad C abgekühlt und 10 min getempert. Es resultiert ein flüssigkristalliner Polymerfilm mit Monodomanen-Struktur.

##### Beispiel 2

##### Informationsspeicherung

Die Orientierung der Farbstoffmoleküle kann über ihr dichroitisches Absorptionsverhalten im UV/VIS-Spektralphotometerexperiment überprüft werden. In Fig. 12 ist die Extinktion von linear polarisiertem Licht der Wellenlänge 355 nm als Funktion des Winkels  $\Phi$  zwischen Polarisations- und Vorzugsrichtung aufgetragen. Die Farbstoffe sind in Richtung der Vorzugsachse mit einem Ordnungsparameter von 0,7 orientiert.

Im folgenden soll gezeigt werden, auf welche Weise man mit linear polarisiertem Licht diese über Oberflä-

cheneffekte induzierte Vözugsachse der Farbstoffmoleküle gezielt neu einstellen kann.

Der entsprechende Versuchsaufbau ist in Fig. 13 schematisch dargestellt.

Ein linear polarisierter Laserstrahl (18) der Wellenlänge 514,5 nm wird über die Linsenkombination 19 aufgeweitet. Die Probe (20) wird 4 min mit 200 mW/cm<sup>2</sup> belichtet, wobei die Polarisationsrichtung des Lichtes parallel zur Vözugsachse des Polymeren steht. Nach der Belichtung wird die Probe zunächst 1 Woche lichtgeschützt gelagert. Anschließend zeigt sich, daß die Farbstoffmoleküle nach der Belichtung mit einem Orientierungsparameter von 0,4 senkrecht zur ursprünglichen Richtung orientiert sind (Fig. 14).

Eine makroskopische Änderung der Doppelbrechung durch Bestrahlung der Probe mit linear polarisiertem Licht kann mit dem in Fig. 15 schematisch dargestellten Versuch nachgewiesen werden.

Mittels einer Testmaske (23) werden Strukturen zwischen 500 und 2 µm mit einer Polarisationsrichtung von 45 Grad zur Vözugsrichtung eingeschrieben. Die Wellenlänge der Ar-Ionenlasers (21) beträgt 514,5 nm; Intensität = 300 mW/cm<sup>2</sup>; Belichtungszeit = 4 min.

In belichteten Bereichen wird durch das polarisierte Laserlicht eine Änderung der Doppelbrechung kaum im Polarisationsmikroskop beobachtet werden. Fig. 16 zeigt eine polarisationsmikroskopische Aufnahme einer beschriebenen Probe mit Vözugsrichtung parallel zum Analysator.

In Fig. 17 sind die relativen Intensitäten der belichteten Bereiche (25) im Verhältnis zur unbelichteten Matrix (26) wiedergegeben. Aus der Verschiebung der Intensitätsmaxima um 45 Grad folgt, daß durch die Bestrahlung der Probe mit linear polarisiertem Licht die Doppelbrechungssachse um 45 Grad gedreht wurde.

Fig. 18 zeigt einen Versuchsaufbau mit dem die optische Achse des Speicherpolymersystems gezielt zwischen zwei Ausrichtungen geschaltet werden kann, wobei Aussagen über Geschwindigkeit und Zyklenzahl des Umschaltprozesses gewonnen werden.

Zu Beginn des Experiments wird die Polarisationsrichtung des Detektionslasers (30) mit einer Wellenlänge  $\lambda_1 = 633$  nm parallel zur optischen Achse der Probe eingestellt. Die Durchlaßrichtung des Analysators (31) steht senkrecht zur Polarisationsrichtung des Detektionslasers und verhindert somit einen Durchgang des Lichts. Die Photodiode (35) mißt keinen Lichteinfall. Der Schreiblasers (27), der eine Wellenlänge von  $\lambda_2 = 514,5$  nm aufweist, gibt nun über den Shutter (28) gesteuert einen kurzen Lichtpuls von 20 ms auf die Probe (32). Der Filter (33) verhindert hierbei den Lichteinfall des Schreiblichtes in die Photodiode (35). Die Polarisationsrichtung dieses Lichts ist über ein  $\lambda/2$ -Plättchen (29) auf einen Winkel von 45 Grad zur Vözugsrichtung der Probe eingestellt. Die optische Achse der Probe dreht sich durch diesen Lichtpuls auf einen Winkel von  $\pm 45$  Grad bezogen auf die Ausgangslage. Durch diese — neue — Lage der optischen Achse wird die Polarisationsrichtung des Detektionslichtes beim Durchgang durch die Probe (22) verändert und es fällt Licht auf die Photodiode (35).

Im nächsten Schritt wird das  $\lambda/2$ -Plättchen (29) gedreht, so daß die Polarisationsrichtung des nächsten Lichtpulses senkrecht zur ursprünglichen Vözugsachse steht. Die optische Achse der Probe (32) wird dadurch in die ursprüngliche Lage gedreht, die Polarisationsrichtung des Detektionslichts wird nicht mehr verändert und es fällt kein Licht auf die Photodiode (35). In Fig. 19 sind die Ergebnisse zum Experiment der Umschaltung der optischen Achse dargestellt.

Holographische Experimente beweisen, daß Phasengitter in das flüssigkristalline Polymerisat eingeschrieben werden können.

Das Einschreiben erfolgt beispielsweise über einen Michelson-Interferometer-Aufbau, wobei bei entsprechender Justierung ein Strichgitter mit einer Gitterkonstante von 50 µm resultiert. Dieses Strichgitter mit einer relativ großen Gitterkonstanten kann im Polarisationsmikroskop nachgewiesen werden (Fig. 20). Beim Übergang zu höheren Schichtdicken (z. B. 10 µm in Display-Zellen) und zu kleineren Gitterkonstanten (0,3 bis 0,8 µm) wird ein Beugungswirkungsgrad von bis zu 70% gemessen. Das bedeutet, daß bis zu 70% des einfallenden Lichts am Gitter gebeugt und zur Detektion eines Informationsbits genutzt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur löschbaren Speicherung von Information mittels digitaler Speichersysteme, **dadurch gekennzeichnet**, daß in ein photorefraktives Speichermedium Informationsbits als holographisch eingeschriebene Gitter eingebracht werden, daß der Speichervorgang reversibel ist und daß die gespeicherte digitale Information mit Abspielgeräten der Compact-Disk-Technologie des Standes der Technik abgerufen werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich das photorefraktive Speichermedium als Schicht zwischen transparenten Substratmaterialien befindet.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die photorefraktive Schicht photosensitive Molekülbausteine aufweist.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das photorefraktive Speichermedium eine flüssigkristalline Polymermatrix aufweist.
5. Vorrichtung für ein Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mit derselben Vorrichtung Informationsbits geschrieben, gelesen und gelöscht werden können.

Hierzu 6 Seiten(n) Zeichnungen

Fig. 1:

Speichermedium A

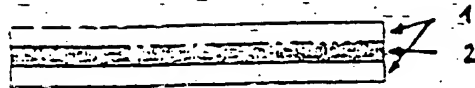


Fig. 2:

Speichermedium B

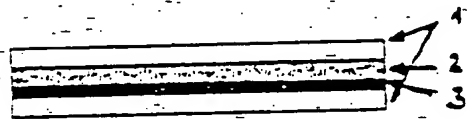


Fig. 3:

Speichermedium A

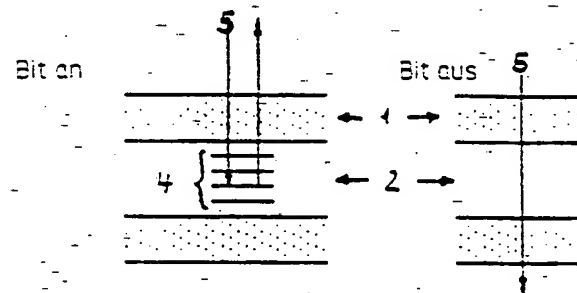


Fig. 4:

Speichermedium B

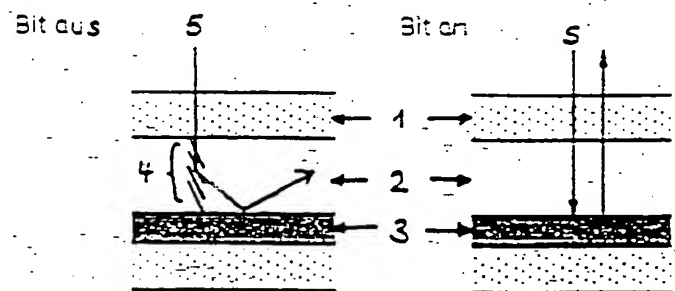


Fig. 5:

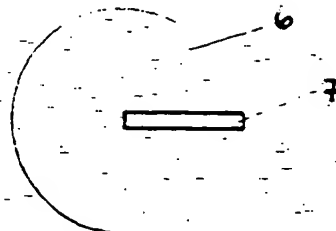




Fig. 6:

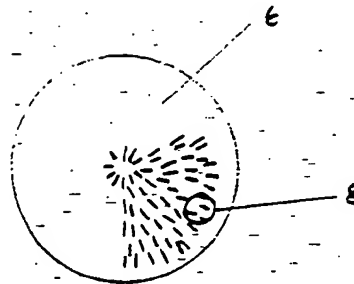


Fig. 7:



Fig. 8:

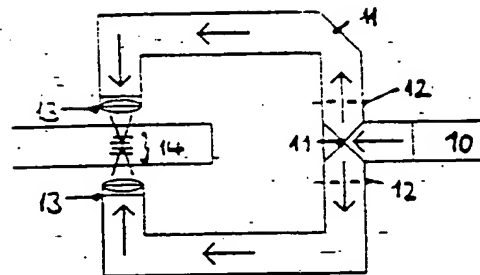


Fig. 9:

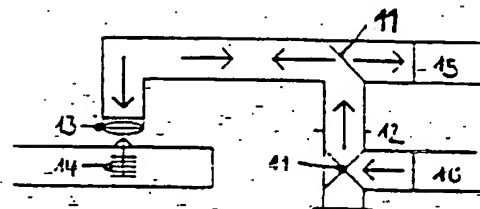


Fig. 10

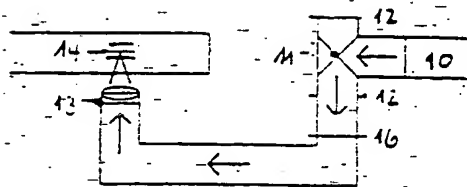


Fig. 11

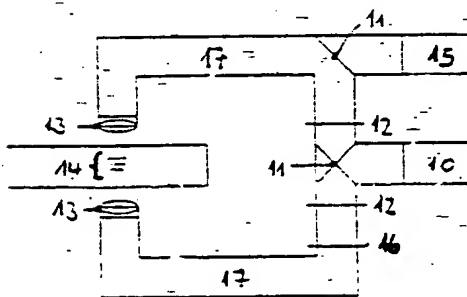
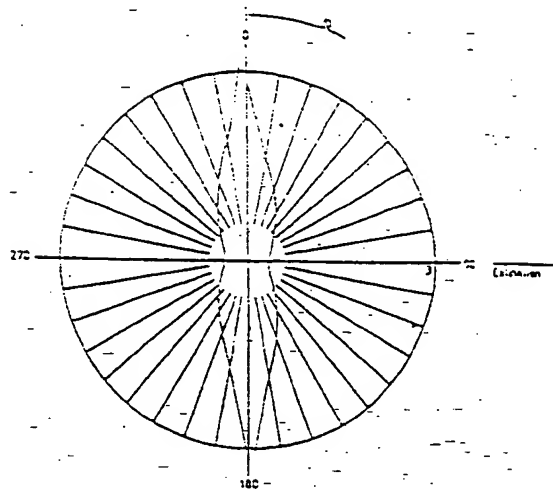


Fig. 12



Nachweis der Orientierung der Farbstoffe über das dichroitische Absorptionsverhalten der Farbstoffmoleküle ( $\lambda = 355 \text{ nm}$ ).

Fig. 13

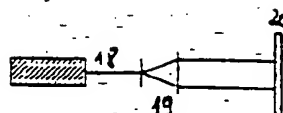
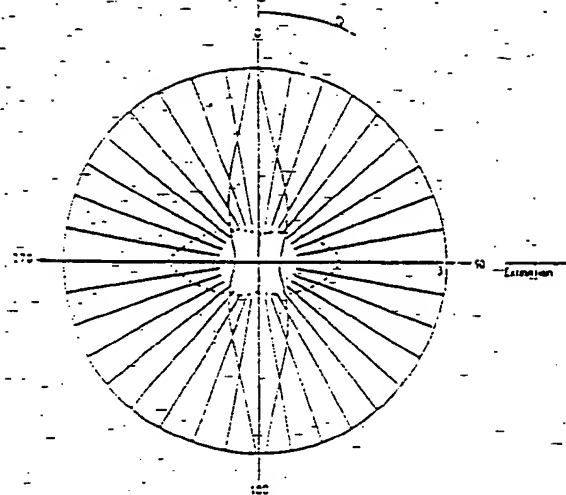


Fig. 14



Orientierung des Farbstoffes vor (—) und nach (---) der Beleuchtung mit linear polarisiertem Licht

Fig. 15

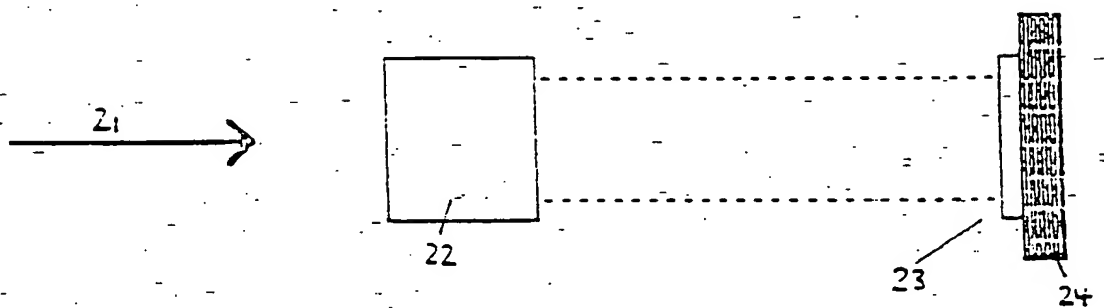


Fig. 16

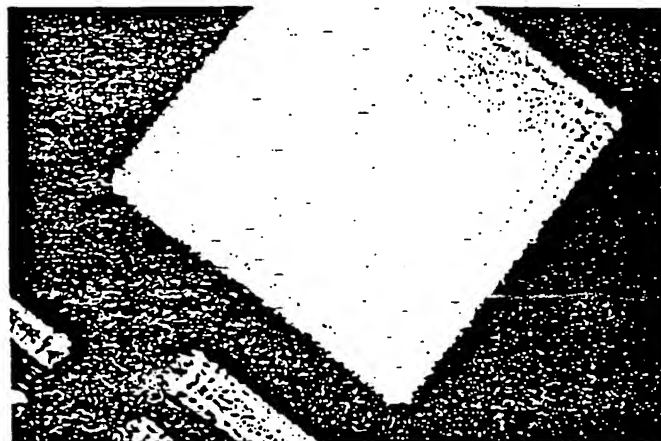


Fig. 17:

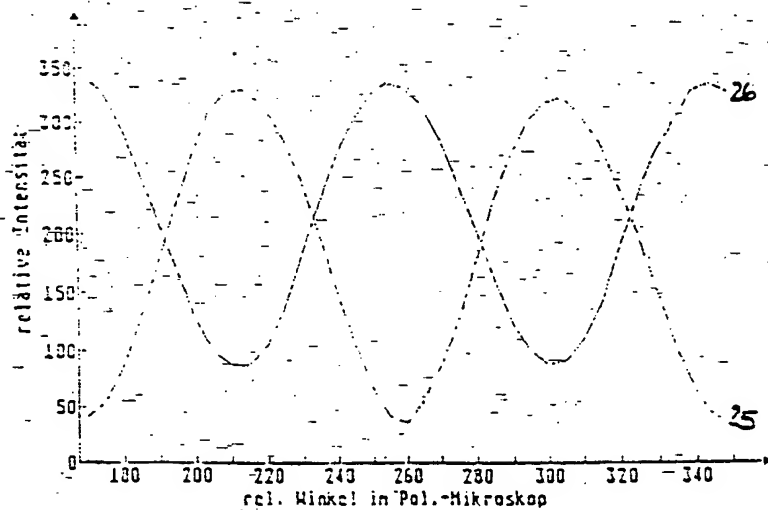


Fig. 18:

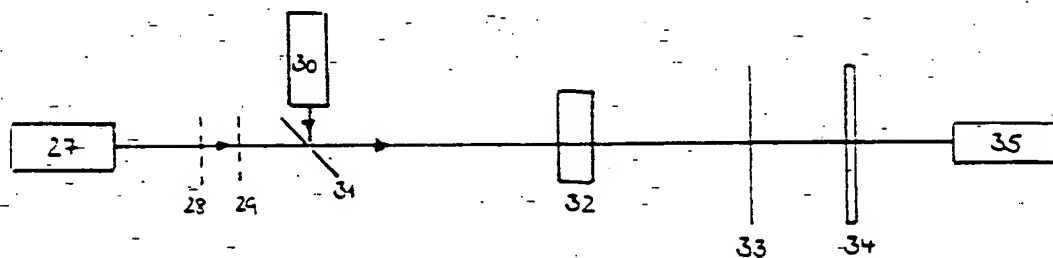


Fig. 19:

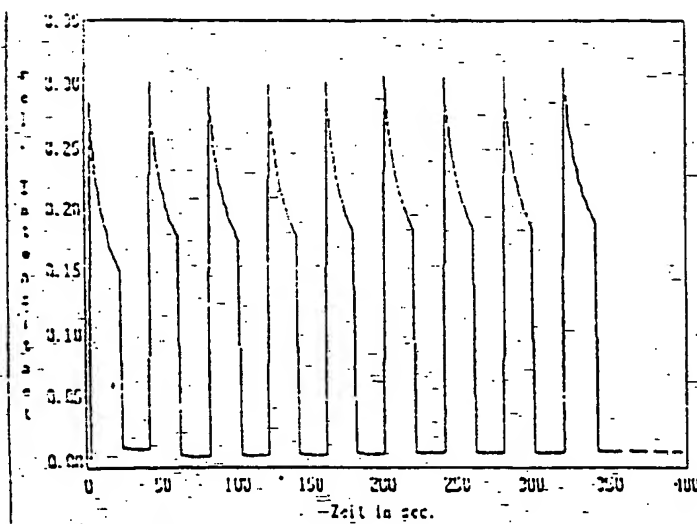
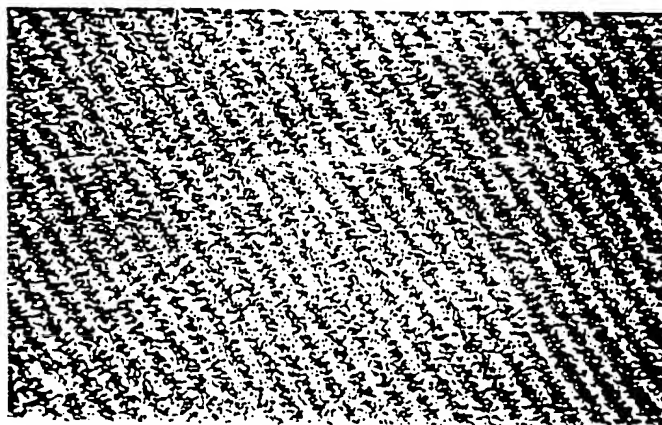


Fig. 20



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**